

Controlo Remoto de Condições Ambientais

Controlo Remoto de Climatização

BRUNO ALEXANDRE LOUREIRO VALENTE
LASIGE, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal
`bvalente@lasige.di.fc.ul.pt`

Resumo

Foi tomado em conta neste projecto o desafio de oferecer um serviço remoto de domótica. Assumindo que a maioria das pessoas não têm tempo para pensar nelas mesmo nem no mundo que as rodeiam e que desejam uma forma fácil e eficiente de controlar as suas casas foi criada uma aplicação que lhes desse a oportunidade de desfrutarem um pouco mais das suas vidas. Para tal, criei um serviço implementado através da construção de interfaces de alto nível (*Enterprise Java Beans*), para o acesso a redes de sensores SunSPOT, e para para controlo de dispositivos através da corrente eléctrica. Construí uma aplicação servidor, utilizando o servidor aplicacional *GlassFish* da Sun Microsystems, que permite controlar a luminosidade numa sala e uma aplicação cliente, que corre num browser permitindo o utilizador aceder ao serviço remotamente.

Keywords Domótica, Redes de Sensores, Protocolo X10, WebApplication, Linux.

Agradecimentos

Agradeço ao meu tutor, Professor Doutor Francisco Martins, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, pela oportunidade de me iniciar na investigação com este projecto mas sobretudo pela confiança depositada em mim ao longo deste ano de trabalho.

Conteúdo

1	Introdução	3
1.1	História da Domótica	3
1.2	Rede de Sensores sem Fios	4
1.3	O Projecto	4
2	O Protocolo X10	6
2.1	O que é o protocolo X10?	6
2.2	Especificação do Protocolo	8
3	Sensores SunSPOT	11
3.1	O que é um SunSPOT?	11
4	O Projecto	14
4.1	Visão Geral	14
4.2	Análise e Desenho de Software	15
4.3	A aplicação	18
5	Conclusões e Trabalho Futuro	22
6	Observações Finais e Assinaturas	24

Capítulo 1

Introdução

1.1 História da Domótica

O significado de *domótica* pode ser ambíguo, pois é uma ideia relativamente moderna. O termo tem sido utilizado para designar desde ligar uma lâmpada numa hora previamente agendada, até ao total controlo de uma casa através de computadores sem a intervenção do Ser Humano.

O primeiro exemplo de domótica que nos foi apresentado foi quando Fred Flintstone ordenou a Wilma para que esta lhe fizesse o jantar. Porém é apenas um exemplo do mundo da animação. Na realidade, o primeiro exemplo que chegou até as nossas casas foi o Comando da Televisão, foi desenvolvido pela *Zenith Radio Corporation* em 1950. Este comando oficialmente chamado de *Lazy Bones* estava ligado à televisão por um fio, mas não deixou de ser considerado um marco da história da domótica e contribuir decididamente para que a domótica avançasse até ao que realmente é nos nossos dias: um controlo do mundo que nos rodeia sem a interferência, aparentemente desnecessária, dos seres humanos.

Em 1975 surgiu o protocolo X10 concebido pela empresa *Pico Electronic* fundada em 1970. Este protocolo foi o décimo projecto desta empresa, que se dedicava até lá exclusivamente ao negócio das calculadoras. O conceito inovador deste protocolo esteve relacionado com a utilização da rede eléctrica no envio de sinais para controlo dos dispositivos existentes numa habitação.

Em 1978 a tecnologia X10 foi refinada e apareceu à venda em muitas lojas do ramo da electrónica com produtos que permitiam o controlo de dispositivos ligados à corrente eléctrica. Pouco tempo depois da comercialização ter começado, a empresa detentora dos direitos do protocolo criou o primeiro software para computador, com sistemas operativos Macintosh e Windows, permitindo a este o controlo dos dispositivos X10.

Em 1989 a X10 lançou no mercado o primeiro sistema de segurança sem fios a baixo-custo e de fácil implementação.

Algo interessante e importante de salientar é que muitos dos elementos

que constituem a domótica de hoje em dia, tal como, o protocolo X10, os computadores pessoais e a Internet foram lançados nos anos 70 e tal como David Frum, jornalista Norte-Americano indicou no seu livro *How We Got Here*, as fundações para a nossa evolução recente foram implementadas nos anos 70, onde as grandes mudanças na sociedade ocorreram e onde foram deixados os alicerces de como vivemos hoje. O que também se aplica na área da domótica.

1.2 Rede de Sensores sem Fios

Uma rede de sensores sem fios é constituída por dispositivos autónomos distribuídos ao longo de uma área e que usam sensores para cooperativamente monitorar as condições do ambiente que os rodeiam, tal como, temperatura, som, luminosidade, movimento ou poluentes. O desenvolvimento deste conceito foi originalmente motivado por aplicações militares, tal como, a vigilância de um campo de batalha. Porém, estas redes são agora aplicadas em muitas indústrias e em aplicações do âmbito civil, tal como, controlo de processos industriais, controlo de *habitats* e ambientes domésticos, cuidados de saúde, domótica e controlo de tráfico aéreo ou automóvel. [4]

Tipicamente cada nó da rede de sensores é equipado com um transmissor de radio frequências (ou outro tipo de comunicação sem fios), um micro-controlador e uma bateria. O tamanho destes sensores pode variar desde o tamanho de uma caixa de sapatos até ao tamanho de um grão de areia, porém ainda existem estudos a ser desenvolvidos com o objectivo de reduzir o tamanho destes sensores a dimensões microscópicas.

O preço dos sensores é também muito variável, podendo custar desde alguns centimos até centenas de euros dependendo do tamanho e das funcionalidades que disponham. O constrangimento provocado pelo custo e pelo tamanho dos sensores resulta também num constrangimento em termos de memória, capacidade da bateria, poder computacional e largura de banda de cada sensor

Uma rede de sensores constitui normalmente uma rede *ad-hoc* sem fios, querendo isto dizer que a rede não tem um ponto específico de acesso, pois cada sensor suporta um algoritmo de encaminhamento, ou seja, cada sensor pode encaminhar os dados para, por exemplo, uma *basestation* (sensor que comanda os outros) [3].

1.3 O Projecto

Caso de estudo Um dos actuais problemas da sociedade à qual fazemos parte é o stress causado pela falta de tempo com a qual nos depreendemos todos os dias. A maioria das pessoas tem demasiadas tarefas para serem

feitas ao mesmo tempo o que infelizmente provoca, na maioria das vezes, uma ausência do prazer de viver.

Objectivo O objectivo deste projecto é disponibilizar ao publico em geral um serviço remoto que as ajude a poupar tempo e dinheiro e ao mesmo tempo reduzir o contributo de cada um no agravamento do aquecimento global com a redução do desperdício de energia.

A aplicação que resultará deste projecto de investigação deverá ser barata e de fácil utilização para que cada um tenha a oportunidade de usar esta tecnologia. Para tal irão ser usados dispositivos de baixo custo com a capacidade de comunicarem sem fios, de forma a controlar o ambiente ao redor do utilizador, podendo aumentar a sua qualidade de vida, no que ao conforto caseiro diz respeito sem acrescentar fios intrusivos na casa dos utilizadores.

O Desafio O maior desafio deste projecto é a combinação de várias tecnologias, tais como dispositivos do protocolo X10, redes de sensores, sistemas operativos Linux e serviços acedidos pela Internet, *webservices*, e disponibilizar a um vasto leque de indivíduos um novo tipo de serviço de fácil utilização, que lhes permita mudar a forma de encarar as lides caseiras e dar a oportunidade de aproveitarem o pouco tempo livre.

Neste projecto irei utilizar sensores SunSPOT da Sun Microsystems para implementar a rede de sensores, que permitirão monitorar o ambiente e combinar estes com controladores e actuadores X10 de forma controlar o ambiente onde o sistema estiver instalado.

O principal desafio tecnológico será utilizar os dispositivos X10 num sistema operativo *open source Linux*, já que os fabricantes do protocolo X10 apenas criaram formas de interacção com os seus dispositivos em sistemas Windows e MacOS. Outro desafio tecnológico será dar a oportunidade aos utilizadores de controlarem o ambiente das suas casas de forma remota, acedendo em qualquer lugar à aplicação através de um *WebService* ou *WebApplication*.

Capítulo 2

O Protocolo X10

2.1 O que é o protocolo X10?

X10 é um padrão internacional de comunicações através da rede eléctrica com dispositivos usados para domótica. Este protocolo usa principalmente a instalação eléctrica já existente, onde os sinais enviados envolvem pequenas acelerações na corrente que representam informação digital. Mas este protocolo não funciona apenas através da rede eléctrica, existindo também uma implementação sem fios usando frequências de rádio.

Os dispositivos Existem alguns tipos de dispositivos que implementam e que são manipulados por este protocolo: Os *Controladores e Actuadores* são alguns exemplos. O utilizador pode escolher os endereços pelos quais cada dispositivo irá receber as ordens às quais terá de obedecer. Estes endereços são constituídos por duas partes:

- **House Code:** *De A a P*
- **Device Code:** *De 1 a 16.*

Exemplo: Dispositivo com o endereço D15: House Code D, Device Code 15.

Os controladores estão geralmente ligados ao servidor da aplicação (um computador por exemplo) e é este que envia as ordens aos actuadores. Alguns dos actuadores são especialmente criados para o controlo de lâmpadas. Outros são direccionados para controlo de, por exemplo, estores de um quarto ou apenas ligar ou desligar um determinado electrodoméstico.



Figura 2.1: Controlador CM15



Figura 2.2: Actuador LM12g



Figura 2.3: Controlo remoto

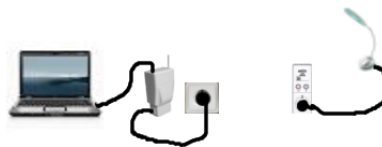


Figura 2.4: Rede de dispositivos X10

O Protocolo O protocolo X10 foi implementado de forma a que os comandos sejam enviados para todos os dispositivos ao redor do transmissor. Este protocolo especifica um total de 256 endereços diferentes, permitindo mesmo assim que vários dispositivos tenham o mesmo endereço, respondendo todos ao mesmo comando.

Outra forma de envio de comandos X10 é por Frequências de Radio (FR), tendo este método a vantagem de permitir enviar comandos directamente de um controlo remoto. Porém nem todos os actuadores possuem a capacidade de receber comandos em FR, por tal facto existem dispositivos que os recebem e, de seguida, os transmitem para a rede eléctrica. Servindo assim de ponte entre o controlo remoto e os actuadores sem receptor FR.

2.2 Especificação do Protocolo

Protocolo X10			
House code	Device code	Binary value	Function code
M	13	0000	All Units Off
E	5	0001	All Lights On
C	3	0010	On
K	11	0011	Off
O	15	0100	Dim
G	7	0101	Bright
A	1	0110	All Lights Off
I	9	0111	Extended Code
N	14	1000	Hail Request
F	6	1001	Hail Acknowledge
D	4	1010	Preset Dim 1
L	12	1011	Preset Dim 2
P	16	1100	Extended Data transfer
H	8	1101	Status On
B	2	1110	Status Off
J	10	1111	Status Request

A tabela acima demonstra os comandos que constituem o protocolo e a sua correspondência em formato digital (bits).

Existem três tipos de mensagens *Address*, *Function* e *Extended Codes*. Cada excerto das mensagens é constituído por 8 bits, excepto as mensagens do tipo Extended Codes. De seguida irei apresentar alguns exemplos destas mensagens.

Cabeçalho da mensagem:

Tipo de mensagem	Comando	Argumentos
------------------	---------	------------

Tipo Address: O controlador envia esta mensagem de forma a assinalar os dispositivos com o endereço indicado na mensagem que o próximo comando enviado é para estes. O valor que representa este tipo de mensagem é 00000100 em binário, 4 na notação decimal.

Exemplo: Seleccionar o dispositivo com o endereço A1, o controlador irá enviar a seguinte mensagem.

bit:	7	6	5	4	3	2	1	0	Valor na Notação Decimal
	0	0	0	0	0	1	0	0	4
	0	1	1	0	0	1	1	0	102
Mensagem a ser transmitida: 4 102									

Tipo Function: O controlador envia esta mensagem depois de uma mensagem do tipo Address. As mensagens do tipo Function são uma ordem para

os actuadores. O valor que representa este tipo de mensagem é 00000110 em binário, 6 na notação decimal.

Exemplo 1: Ordenar que o dispositivo com o endereço A1 ligue o electrodoméstico que controla.

bit:	7	6	5	4	3	2	1	0	Valor em Notação Decimal
	0	0	0	0	0	1	1	0	6
	0	1	1	0	0	0	1	0	98

Mensagem a ser transmitida 6 98

Exemplo 2: Ordenar que o dispositivo com o endereço A1 diminua a intensidade da luminosidade de uma lâmpada em 50%.

O comando DIM do protocolo X10 necessita de mais um argumento, o valor indicativo da percentagem que o dispositivo terá de diminuir a intensidade da lâmpada. Este valor vai de 1 até 200 em que 200 indica diminuir a intensidade da lâmpada em 100%.

bit:	7	6	5	4	3	2	1	0	Valor em Anotação Decimal
	0	0	0	0	0	1	1	0	6
	0	1	1	0	0	1	0	0	100
	0	1	1	0	0	1	0	0	100

Mensagem a ser transmitida 6 100 200

Tipo Extended Code: Este tipo de mensagem é uma extensão do protocolo básico, permitindo a transmissão de mais 2 bytes por cada comando enviado.

Alternativas Existem alternativas ao protocolo X10, entre as o standard *ZigBee*¹ e o protocolo *Insteon*², baseado no protocolo X10 mencionado neste capítulo.

Vantagens e Desvantagens A maior vantagem deste protocolo é a simplicidade dos seus comandos básicos e o preço dos seus dispositivos. Estes factores somados à comunidade de entusiastas da domótica e investigadores que trabalham nesta área fazem deste protocolo uma tecnologia interessante para introdução ao tema. Porém, este protocolo também tem desvantagens: o alcance do sinal é limitado pela dimensão da instalação eléctrica da casa onde o sistema está em funcionamento. Caso a rede eléctrica seja muito extensa é possível que os comandos X10 não cheguem ao seu destino, sendo necessário a instalação de repetidores de forma a renovarem o sinal. Outra desvantagem é a velocidade com que os comandos são transmitidos, existindo outras tecnologias com melhores rendimentos em termos de velocidade e alcance de sinal. Além do mais, o protocolo X10 não detecta nem tolera

¹Zigbee na Wikipédia <http://en.wikipedia.org/wiki/ZigBee>

²Insteon na Wikipédia: <http://en.wikipedia.org/wiki/INSTEON>

colisões. Logo se dois comandos X10 forem enviados ao mesmo tempo, é possível que eles não cheguem ao destino. Contudo é possível afirmar que, em condições normais, numa casa com dimensões médias, os dispositivos X10 são uma alternativa fiável para a instalação de um sistema de domótica.

Capítulo 3

Sensores SunSPOT

3.1 O que é um SunSPOT?

SunSPOT, do inglês *Sun Small Programmable Object Technology*, significa pequeno dispositivo programável através de uma linguagem orientada em objectos (OO). Estes SunSPOTs são desenvolvidos pela Sun Microsystems (SUN) e possuem a capacidade de constituir uma rede de sensores sem fios. Uma das características destes sensores é a sua pequena dimensão, pois fazem parte da classe *mote*, ou seja, um dispositivo de comunicação electrónico projectado para ser do tamanho de uma partícula de poeira, porém estes sensores são um pouco maiores do que 2 pilhas do tipo AA lado a lado.

O que distingue esta tecnologia de outros sensores é a possibilidade de estes serem programáveis através da linguagem OO Java, também da SUN, não sendo necessário um sistema operativo a correr nos sensores, pois todo o processamento é feito pela máquina virtual *Squawk*, que corre directamente em cima do hardware (*Run on bare metal*), permitindo assim que toda a implementação da rede de sensores seja feita de forma a abstrair os pormenores de baixo-nível, aumentando assim a produtividade em termos de programação.

Cada um destes SunSPOTs possui um *MAC address* e está equipado com a possibilidade de comunicar através do padrão de comunicações *Zig-Bee*, padrão criado com o intuito de substituir o *Bluetooth*. Para além disto permite monitorar o ambiente ao seu redor através dos seus sensores de luminosidade, temperatura e ainda através do seu acelerómetro. Existe também a possibilidade de acrescentar outros sensores aos SunSPOT já que estes são constituídos por camadas facilmente substituíveis [5].

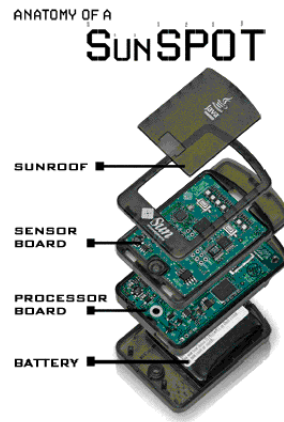


Figura 3.1: Arquitectura de um SunSPOT

Rede de Sensores SunSPOT

Existem dois tipos de SunSPOT:

- **Base Station:** SunSPOT que não possui bateria, necessita ser conectado a um controlador, como por exemplo um computador, pelo qual qual é alimentado através de um cabo USB. Tem como objectivo ser a ponte entre a rede de sensores e o controlador.
- **Sensor Boards:** SunSPOTs que têm como função monitorar o ambiente ao seu redor. Cada um possui a capacidade de processamento de dados e são independentes entre si, podendo cada um recolher diferentes variáveis do ambiente que os rodeia.

Estes SunSPOTs possuem também um conjunto de 8 *Leds RGB* (*Red, Green and Blue*), podendo ser utilizados como *feedback* para o utilizador, e 6 entradas analógicas, 5 pins de *input/output* e 4 pins de alta corrente para output possibilitando a ligação de outros dispositivos.

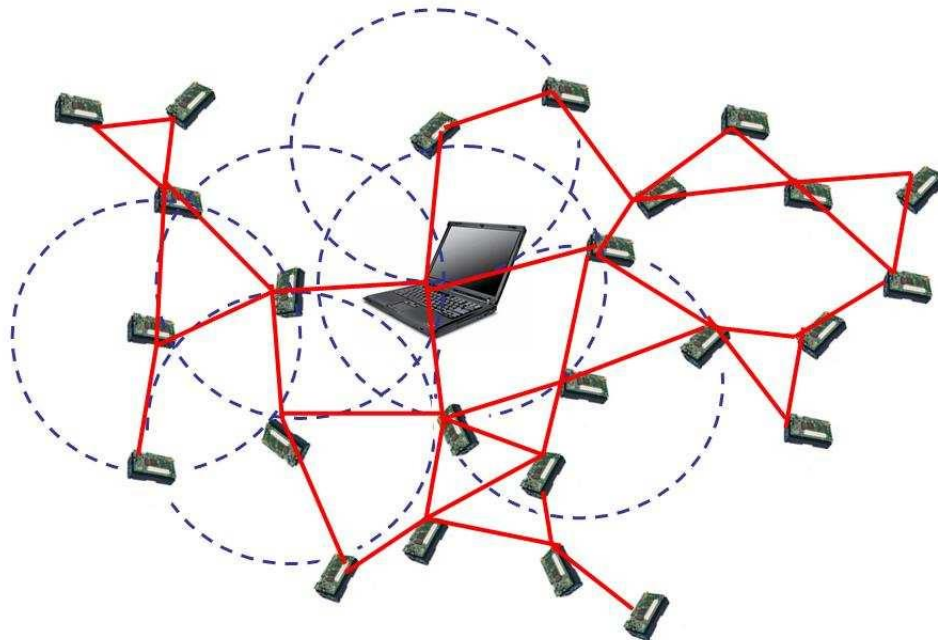


Figura 3.2: Rede de sensores num espaço

Vantagens e Desvantagens Os sensores SunSPOT são muito mais do que simples sensores. Possuem capacidade de processamento de dados através de uma JVM¹ e apresentam a possibilidade de fazerem eles mesmo parte de um sistema mais complexo, podendo servir de entrada para diversas aplicações informáticas. Tendo a grande vantagem de poderem ser programados numa linguagem de alto nível. A desvantagem destes sensores em relação a outros é uma consequência da sua maior virtude: a capacidade de processamento da máquina virtual e dos custos desta em termos de consumo energético, impossibilitando a utilização dos SunSPOT durante muito tempo. Quando o SunSPOT tem o seu CPU a funcionar a 100% a bateria não dura mais de 7 horas, mas se os 8 *leds* estiverem ligados a bateria dura apenas 3 horas. Contudo quando o dispositivo apenas está ligado, sem que sejam dadas tarefas exaustivas ao processador, a duração da bateria pode chegar até 900 dias. O saldo, tendo em conta pós e contras, é positivo graças à comunidade que existe de volta desta tecnologia e da facilidade de implementação tornando estes sensores uma inovação importante na área.

¹Java Virtual Machine

Capítulo 4

O Projecto

4.1 Visão Geral

O objectivo deste projecto é investigar um conjunto de tecnologias capazes de oferecer um serviço de domótica com as seguintes características: simples, eficaz e com a opção de acesso remoto possivelmente via Internet. Tem de permitir que o utilizador controle dispositivos e electrodomésticos existentes em qualquer casa e que com estas opções possa poupar tempo e dinheiro e de alguma forma reduzir o stress do dia-a-dia.

Para tal, este serviço interage com dispositivos que implementam o protocolo X10 e com uma rede de sensores SunSPOT, de forma a monitorar e controlar o ambiente existente na casa do utilizador.

A aplicação permite o acesso remoto, ou seja, não é necessário que o utilizador esteja na sua casa para controlar o que se passa nela, através da disponibilização do serviço no *application server Glassfish*¹ que irá ser utilizado como servidor do serviço em questão.

¹Glassfish na Wikipédia: <http://en.wikipedia.org/wiki/GlassFish>

4.2 Análise e Desenho de Software

Diagrama de Casos de Uso

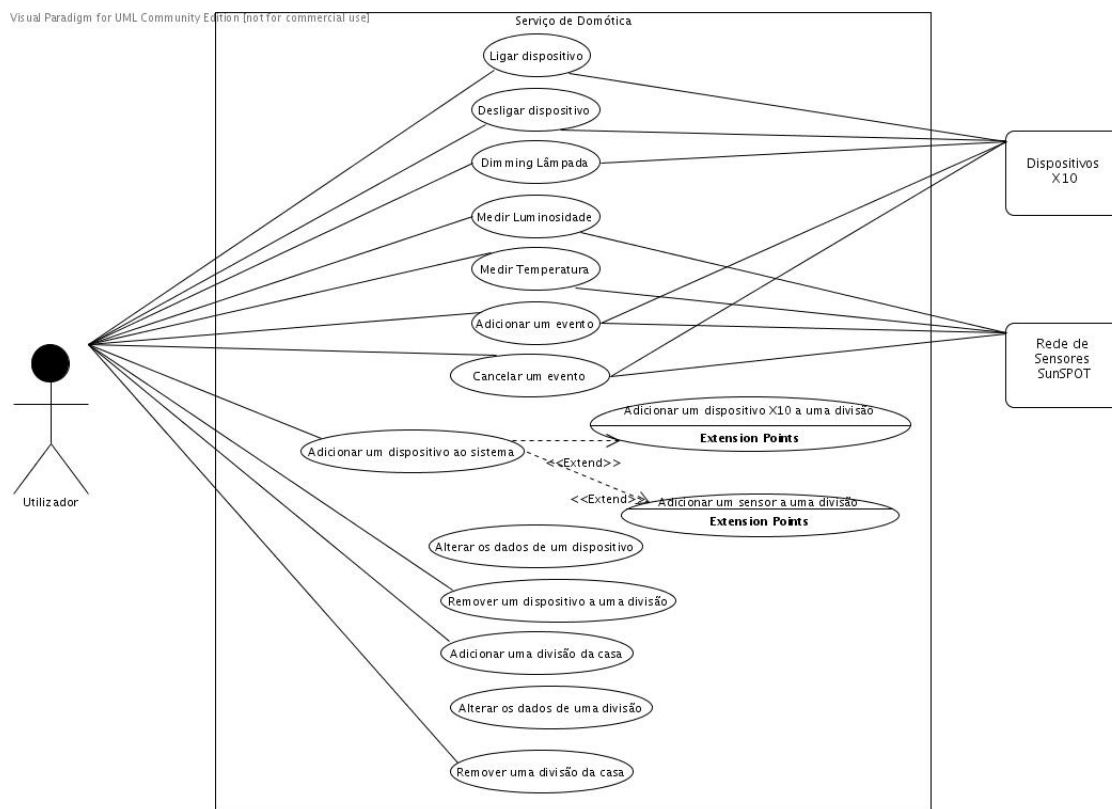


Diagrama de Casos de Uso

Breve Descrição dos Casos de Uso

Caso de Uso: Ligar Dispositivo O utilizador selecciona a divisão da casa onde o dispositivo se encontra e de seguida selecciona o dispositivo sobre qual pretende actuar. Após a selecção o utilizador acciona a opção *ligar dispositivo*.

Caso de Uso: Desligar Dispositivo O utilizador selecciona a divisão da casa onde o dispositivo se encontra e de seguida selecciona o dispositivo sobre o qual pretende actuar. Após a selecção, o utilizador acciona a opção *desligar dispositivo*.

Caso de Uso: Dimming Lâmpada O utilizador selecciona a divisão da casa onde o dispositivo se encontra e de seguida selecciona o dispositivo sobre o qual quer actuar. Após a selecção, o utilizador insere a percentagem

de luminosidade que será debitada no brilho da lâmpada e acciona a opção *Dimming*.

Caso de Uso: Medir Luminosidade O utilizador selecciona a divisão da casa onde pretende fazer a leitura do nível de luminosidade e selecciona a opção *Medir Luminosidade*.

Caso de Uso: Medir Temperatura O utilizador selecciona a divisão da casa onde pretende fazer a leitura da temperatura e selecciona a opção *Medir Temperatura*.

Caso de Uso: Adicionar um Evento O utilizador selecciona a divisão da casa onde o dispositivo se encontra e de seguida selecciona o dispositivo sobre o qual quer actuar. Após a selecção, o utilizador selecciona a opção que regista um evento em relação ao dispositivo e confirma o evento.

Caso de Uso: Cancelar um Evento O utilizador selecciona a opção do menu onde lhe é apresentado a lista de eventos registados. Posteriormente selecciona o evento que pretende cancelar e confirma o cancelamento deste.

Caso de Uso: Adicionar uma divisão ao sistema O utilizador selecciona a opção do menu onde lhe é disponibilizado a gestão das divisões registadas no sistema, posteriormente selecciona a opção *adicionar uma nova divisão*, insere os dados referentes à nova divisão e confirma o registo.

Caso de Uso: Alterar os dados de uma divisão O utilizador selecciona a opção do menu onde lhe é disponibilizado a gestão das divisões registadas no sistema. Posteriormente selecciona a divisão à qual pretende alterar os seus dados. De seguida insere os novos dados e confirma as alterações.

Caso de Uso: Remover uma divisão do sistema O utilizador selecciona a opção do menu onde lhe é disponibilizado a gestão das divisões registadas no sistema, posteriormente selecciona a divisão que pretende eliminar e confirma a acção.

Caso de Uso: Adicionar um dispositivo X10 a uma divisão O utilizador selecciona a divisão onde pretende registar o novo dispositivo e posteriormente selecciona a opção *adicionar novo dispositivo X10*. De seguida insere os dados referentes ao dispositivo e confirma o registo.

Caso de Uso: Adicionar um sensor a uma divisão O utilizador selecciona a divisão onde pretende registar o novo dispositivo e posteriormente selecciona a opção *adicionar novo sensor SunSPOT*. De seguida insere os dados referentes ao sensor e confirma o registo.

Caso de Uso: Alterar os dados de um dispositivo O utilizador selecciona a opção do menu que lhe permite a gestão dos dispositivos e selecciona a divisão onde o dispositivo se encontra e de seguida o dispositivo o qual pretende modificar os seus dados. Posteriormente insere os novos dados e confirma a acção.

Caso de Uso: Remover um dispositivo de uma divisão O utilizador selecciona a opção do menu que lhe permite a gestão dos dispositivos e selecciona a divisão onde o dispositivo se encontra e de seguida o dispositivo a eliminar. Depois de seleccionado o utilizador confirma a acção.

Padrões de Programação

Padrões de programação utilizados ao longo do projecto.

Creator Padrão que resolve o problema de quem deve criar uma nova instância de uma classe. Este padrão é importante para diminuir a dependência entre objectos facilitando assim a reutilização de código ou redesigno da aplicação. Este padrão é muito usado no projecto, quer na criação de novos eventos em quaisquer dos módulos, quer na criação de mensagens da camada de rede ou na camada de processamento de dados dos sensores, tendo cada uma destes objectos o seu próprio *Creator*.

Controller Padrão que fica com a responsabilidade de fazer o redireccionamento, ou *dispatch*, de eventos relacionados com um qualquer tipo de objecto. Este padrão é usado quando surge um evento vindo da interface do utilizador, ou quando ocorre um acção relacionado com um qualquer componente, ou seja, cada componente tem o seu *Controller* que consoante o evento redirecciona-o para o método que o processa.

Observer Padrão com importância fulcral no processamento da aplicação, pois permite que o sistema processe eventos e que quando estes terminem o objecto responsável avise outro que espera pelo resultado. Permite portanto poupar ciclos de processamento na medida em que não existe a necessidade de um objecto estar constantemente a "questionar" outro para saber se o evento já terminou. Este padrão divide-se em duas partes: o *Observer* que se regista num *Observable* de forma a que este o avise quando terminou o

processamento de um evento. Este padrão é usado na aplicação no processamento de eventos, quer dos SunSPOTs, quer eventos relacionados com os dispositivos X10.

Polymorphism Padrão que define que o processamento de um objecto é definido consoante as suas variações. Por exemplo, quando um objecto estende outro, ganha as propriedades do objecto que estende mais as suas próprias. Portanto este padrão permite processar vários objectos que estendam o mesmo, tendo cada um deles um tratamento próprio consoante as suas propriedades. Este padrão é usado no processamento dos dispositivos, pois os dispositivos X10 e os sensores SunSPOT estendem ambos a classe Dispositivo e são registados como tal, mas posteriormente cada um destes tem tratamentos diferentes.

Ambiente de Desenvolvimento O projecto foi desenvolvido em ambiente *Open Source* Linux utilizando o sistema operativo (SO) Ubuntu. Como já foi referido anteriormente neste relatório a empresa que desenvolveu o protocolo e os dispositivos X10 não criou uma forma de interacção com os seus dispositivos em SO Linux. Para tal utilizámos um *driver* criado pelo entusiasta da domótica em Linux Neil Cherry [1]. A interacção com os sensores é feita através do *driver* desenvolvido pela Sun Microsystems (SUN) e a implementação do código no IDE ² NetBeans também da SUN.

4.3 A aplicação

A aplicação é baseada numa arquitectura em componentes dividida em: comunicação com dispositivos X10, comunicação com a rede dos SunSPOT e uma outra componente que combina as anteriores formando assim o serviço a oferecer. Aplicações desenvolvidas com componentes permitem combinar-se entre si de forma a criar outras aplicações mais sofisticadas [2]. As componentes deste projecto foram desenvolvidas através de *Java Beans*, que se baseiam na plataforma do Java 2 *Standard Edition*.

De seguida é apresentado o que constitui esta aplicação e as opções disponibilizadas ao utilizador.

Módulos da Aplicação

Comunicação X10

Módulo responsável pela comunicação com os dispositivos X10 e controlo do ambiente onde o sistema está instalado. A ponte entre o utilizador e os actuadores é feita através de um controlador *CM15* ligado ao servidor do

²IDE *Integrated Development Environment*: Ambiente integrado para desenvolvimento de software

serviço. Esta componente contém uma especificação do protocolo e traduz informação textual, tal como a ordem a ser enviada e o endereço do dispositivo, em comandos X10 que serão posteriormente enviados pela rede eléctrica. Para além da tradução de comandos, esta componente apresenta a possibilidade de guardar eventos que interfiram com os dispositivos instalados na casa onde se encontre o sistema.

Opções disponibilizadas pela componente: Ligar e Desligar dispositivos, controlar a intensidade da iluminação de uma lâmpada, temporizar eventos para os dispositivos.

Comunicação SunSPOT

Módulo que permite a comunicação e interacção com a rede de sensores, sendo esta a componente responsável pela monitoração da casa onde o sistema se encontra.

Este modulo contém duas camadas de processamento distintas. A camada ao nível da rede, que processa um tipo específico de mensagem e que decide quando esta é para ser processada pelo sensor ou se é para ser reenviada. Uma outra camada que processa os pedidos e os eventos enviados pela *base station*.

A comunicação entre sensores é feita em *broadcast*, ou seja, a camada de rede dos sensores não conhece especificamente qual será o receptor da mensagem, já que a envia de forma a que todos os sensores no seu raio de comunicação a recebam.

Mensagem da camada de rede:

Id da mensagem	destino	tamanho dos dados	dados
----------------	---------	-------------------	-------

As mensagens chegam ao seu destino através de um protocolo de rede implementado da seguinte forma: cada sensor tem um identificador (id) único em que a *basestation* (BS) fica com o id 0 e os restantes sensores com ids de **1** até **n** em que **n** é o número de sensores sem contar com BS. Cada sensor conhece o seu id e o da BS. Cada SunSPOT guarda registo das mensagens que já passaram por si, sendo cada mensagem processada da seguinte forma:

- Se for uma nova mensagem
 - É criado um novo registo para esta.
 - Caso contrário é verificado a validade da mensagem através de uma estampilha temporal³.
 - * Caso tenha expirado é registada como mensagem já respondida pelo sensor à qual se destina e não será mais reenviada para a rede.
- Se o destinatário **não** for o sensor que está a verificar a mensagem
 - A mensagem é reenviada para a rede.
 - Caso contrário é verificado se a mensagem já foi processada
 - * Se ainda **não** foi processada, a mensagem passa para a fase de processamento.
 - * Caso contrário a mensagem não é mais reenviada.

Na próxima fase de processamento o campo **dados** da mensagem da camada de rede é desempacotado na seguinte mensagem:

Mensagem da camada de processamento:

Id do sensor	tipo de mensagem	argumento
--------------	------------------	-----------

Este módulo apresenta a opção para calendarização de uma série de eventos relacionados com os sensores, entre eles a opção de monitorar um nível de luminosidade, de forma a que o sensor responsável pelo evento alerte a *basestation* em relação a oscilações na luminosidade.

Serviço Domótica

Módulo que combina as opções do protocolo X10 com os sensores SunSPOT, para além da conjunção de componentes, este módulo permite controlar e acrescentar informações aos eventos das componentes de comunicação. Para

³Estampilha temporal: Indica o momento em que a mensagem foi registada no sistema

além de complementar os eventos, a componente de domótica combina-os de forma a que, por exemplo, a partir da monitorização do nível de luminosidade, consiga desligar e ligar um dispositivo dependendo das intenções do utilizador.

Para além destas propriedades é esta a componente que tem como responsabilidade a gestão dos dispositivos X10, tal como dos SunSPOTs, permitindo adicionar, remover e alterar dispositivos numa representação dos sectores da cada do utilizador.

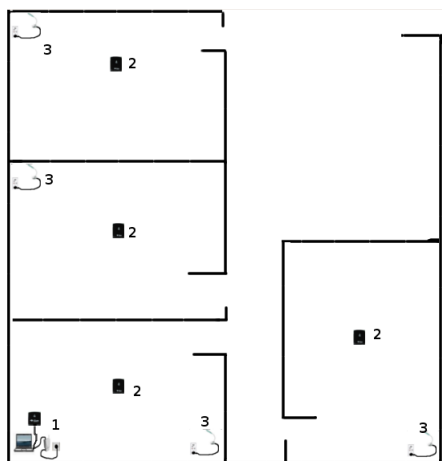


Figure 4.1: Disposição do serviço

Legenda:

1. Servidor composto pelo *application server*, *basestation* da rede de sensores e pelo controlador X10.
2. SunSPOT encarregue de monitorar o ambiente.
3. Actuador X10 ligado a um qualquer dispositivo.

A interface Como implementação de um serviço que tem como objectivo ser amigo do utilizador, e como tal ser de fácil utilização, foi criada uma interface gráfica exemplificando como as componentes deste serviço podem ser usadas de forma a criar uma aplicação de domótica.

Capítulo 5

Conclusões e Trabalho Futuro

Conclusões Apontando como alvo para este projecto a criação de um serviço de domótica através da combinação de várias tecnologias com o objectivo de auxiliar o cidadão comum nas tarefas do seu lar, tal como na tentativa de o ajudar a melhorar o seu controlo sobre o ambiente de forma a poupar tempo e dinheiro, desenvolveu-se um serviço que permite a satisfação parcial destas necessidades.

Após um estudo das alternativas tecnológicas possíveis, através das quais a aplicação poderia ser implementada, foram escolhidos os dispositivos X10 para controlo do sistema e os sensores SunSPOT para monitoração do ambiente. Através desta combinação surgiu o protótipo apresentado neste relatório.

O serviço foi implementado através da construção de: uma interface de alto nível (EJB¹) para acesso a redes de sensores SunSPOT, de uma interface de alto nível para controlo de dispositivos através da corrente eléctrica, de uma aplicação servidor, utilizando o servidor aplicativo *GlassFish* da Sun Microsystems, que permite controlar a luminosidade numa sala e no desenvolvimento de uma aplicação cliente, que corre num browser e que permite ao utilizador aceder às opções anteriormente descritas.

É de concluir portanto que os objectivos propostos foram alcançados com sucesso, já que o serviço criado responde aos requisitos estabelecidos na candidatura deste projecto.

Trabalho Futuro Como trabalho futuro há alguns pormenores a melhorar, tal como a interface do utilizador, sendo necessário oferecer um maior *feedback* em relação ao sistema, aperfeiçoar o algoritmo da camada de rede dos sensores e aproveitar melhor os recursos oferecidos pelo protocolo X10. Para além destes melhoramentos ao serviço, creio ser possível expandir este

¹Enterprise Java Bean

para além do nível doméstico adaptando-o e criando novas opções para que possa ser utilizado numa maior escala, como por exemplo, monumentos nacionais de grande sensibilidade a condições ambientais.

Capítulo 6

Observações Finais e Assinaturas

Por motivos pessoais o meu tutor, Professor Doutor Francisco Martins, não está de momento presente em Lisboa por tal facto não pôde assinar este relatório antes da entrega do mesmo, porém venho por este meio garantir que o meu tutor está de acordo com o conteúdo deste relatório tal como tem conhecimento da evolução do projecto ao longo do ano. Logo que possível o meu tutor irá entrar em contacto com a Reitoria da Universidade de Lisboa/Fundação Amadeus Dias de forma a confirmar estas informações.

Como observação final a este projecto indico o formato de apresentação deste no fórum de apresentação pública. Pretendo que seja feita em formato de vídeo onde posso exemplificar mais facilmente todas as opções que o protótipo deste projecto disponibiliza.

O aluno

O tutor

(Bruno Alexandre Loureiro Valente)

(Prof. Doutor Francisco Martins)

Bibliografia

- [1] Linux Home Automation. <http://linuxha.blogspot.com/>.
- [2] Sun Microsystems. <http://java.sun.com/>.
- [3] Miguel S. Silva, Francisco Martins, Luís Lopes, and João Barros. A Calculus for Sensor Networks. available from <http://arxiv.org/abs/cs.DC/0612093>, December 2006.
- [4] Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/sensor_network.
- [5] SunSPOT World. <http://www.sunspotworld.com/>.